

アミノ酸組成からみたシングルシード法 および通常垂下法による養殖マガキの違い

北岡 千佳 品川 明※¹ 良永 裕子

食物栄養科

1. 緒言

牡蠣は海中に卵を産み、孵化した幼生は約 2 週間海中に浮遊後、岩などに付着して成長する。天然の牡蠣は、餌の少ない磯等に付着するため、養殖された牡蠣の方が味がよいとされる。平成 23 年の牡蠣類（殻付き）養殖量は 165,910 トンであり¹⁾、市場に出回っている牡蠣の多くは養殖されたものである²⁾。また、日本には約 20 種類の牡蠣が生息しているといわれ、マガキ (*Crassostrea gigas*) やイワガキ (*Crassostrea nippona*)、スミノエガキ (*Crassostrea ariakesis*)、イタボガキ (*Ostrea denselamellosa*) などが知られるが、なかでもマガキの生産量が最も多い。

我が国のマガキ養殖では、一般にホタテの貝殻に穴を開けて長い針金またはロープに数十枚通したものをコレクター（採苗器）として使用し、牡蠣の幼生が浮遊している時期に、コレクターを海に垂下し

付着させて稚貝とし、コレクター上で商品サイズにまで育てる「垂下式養殖法」（以下、通常垂下法と表す。）が主流である（Fig. 1A）。この場合、一枚のホタテの貝殻に多数の稚貝が付着し過密状態で育つため、成長した牡蠣殻の形状が細長くいびつになり、個体ごとの形もまちまちになる（Fig. 2A）。

長崎県諫早市小長井地区では、マガキの夏場の大量斃死が数年おきに発生していることから³⁾、長崎県総合水産試験場では耐夏性のマガキ養殖の研究が取り組まれている。2010 年、大橋は従来のシングルシード法^{4), 5)} という養殖方法を改良して効率のよい採苗に成功し⁶⁾、小長井産シングルシードマガキ



Fig. 1 Two types of culture methods for Pacific oysters

A : conventional suspension method

B : single-seed method

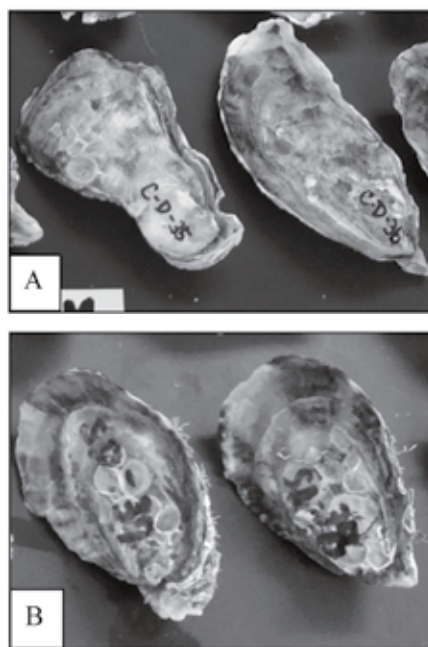
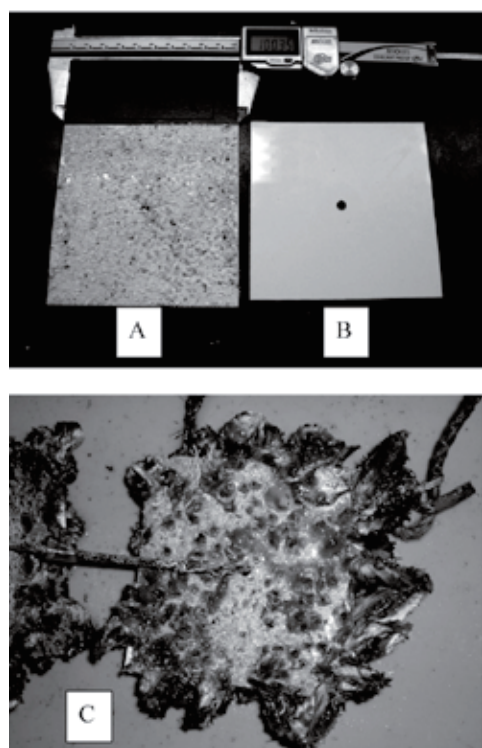


Fig. 2 Pacific oysters cultured by the two methods

A : conventional suspension method

B : single-seed method

※ 1 学習院女子大学国際文化交流学部



Photos by Ohashi⁶⁾

Fig. 3 Plate collectors for single-seed culture
A : a plate covered with granules of fractured oyster shells for collection
B : a plate without granules of oyster shells
C : oyster spats attached to a plate covered with granules of fractured oyster shells

キをブランドとして市場に送り出すことを可能にした。新たなシングルシード法は、粉碎した親牡蠣の殻片をプラスチック製のプレート（10 cm × 10 cm）（Fig. 3）に固着し、海中でコレクターとしてマガキ幼生を付着させ一定の大きさにまで育てた後、プレートから剥離し四角垂の網カゴに入れて海に垂下する養殖法⁷⁾である（Fig. 1B）。この方法によって養殖されたマガキは左殻のふくらみが強く、丸みを帯びた良い形に成長するため商業的に好まれ、特にオイスターバーなどに多く出荷される（Fig. 2B）。また、養殖業者らによると通常垂下法よりシングルシード法によるマガキの方が美味しいと言われている。平成 24 年には小長井産シングルシードマガキは、日本オイスター協会主催のコンテ

ストで優勝した。

しかしながら、2 種類の養殖方法がマガキ中の味に関する化学成分に与える影響を調べた報告は、これまでにほとんどない。そこで本研究では、通常垂下法とシングルシード法で飼育された小長井産のマガキについて、成分にどのような違いがあるか、特に味に関する化学成分としてアミノ酸組成を測定したので報告する。

2. 方法

1) 試料

試料には、長崎県諫早市小長井地区にて通常垂下法によって養殖されたマガキ（以下、通常垂下マガキと表す。）6 個体および改良シングルシード法により養殖されたマガキ（以下、シングルシードマガキと表す。）6 個体をそれぞれ用いた。通常垂下マガキは、同年に宮城県でホタテ貝殻のコレクターに採苗されたマガキ稚貝を、コレクターに付着したまま輸送し小長井で飼育されたものである。一方シングルシードマガキは 3 年前に宮城県で採苗された稚貝をもとに小長井においてシングルシード法により継代飼育された 3 世代目のマガキである。双方とも 2012 年 2 月に水揚げされたものを、紫外線殺菌水槽にて 1 日処理し、保冷下で東京へ輸送し、実験室に到着後 5 日間冷蔵した後に冷凍保存した。

2) 水分の測定

試料の軟体部を取り出し、1 個体ずつまな板の上でペースト状になるまで包丁で細切した。細切した試料の一部を 3 等分して約 3～5 g ずつ秤量し、60℃のオーブン（Yamato 社製、Drying Oven DX41）で 48 時間以上加熱し、水分を蒸発させた。デシケーターで 30 分放冷後、精密天秤にて重量を測定し水分の平均割合（%）を求めた。

3) 試料エキスの調製

トリクロロ酢酸（TCA）抽出法を用いた。50 ml 容遠沈管に 5% TCA 溶液を約 30 ml 加え、そこに均一に細切した試料約 2.5 g を入れた。ホモジナイザー（ウルトララックス）を用いてホモジナイズ後、5,000 rpm（4,620 × g、5 分）で遠心分離をして上澄みを得た。これを 0.45 ミクロンのフィルターで濾し、50 ml に定容したものを試料エキスとした。

Table 1. Major free amino acids in Pacific oyster cultured by CSM and SSM

	CSM	SSM
	(mg/g dry)	(mg/g dry)
Taurine	75.7 ± 2.3	73.7 ± 3.3
Aspartic acid	12.8 ± 1.2	20.5 ± 3.1*
Threonine	4.7 ± 0.6	6.2 ± 1.1
Serine	3.5 ± 0.3	3.0 ± 0.5
Glutamic acid	19.0 ± 1.8	24.2 ± 2.2
Glutamine	8.1 ± 2.8	10.4 ± 2.7
Proline	13.0 ± 0.8	14.3 ± 0.5
Glycine	19.2 ± 1.5	15.5 ± 1.6
Alanine	22.3 ± 1.1	40.0 ± 4.6**
β -Alanine	6.4 ± 0.5	8.2 ± 0.3*
Lysine	5.3 ± 0.3	7.2 ± 0.7*
Arginine	9.7 ± 1.0	7.2 ± 0.7
Total	216.2 ± 6.2	244.7 ± 12.1

Values are means ± SE (n=6).

* : significant difference (t-test, $p < 0.05$)

** : significant difference (t-test, $p < 0.01$)

CSM : conventional suspension method

SSM : single-seed method

Table 2. Taste of free amino acids

	Sweetness	Saltiness	Sourness	Bitterness	Umami
Taurine					
Aspartic acid (Na)			+		+
Threonine	++			(+)	
Serine	++				(+)
Glutamic acid (Na)	(+)	(+)			++
Glutamine	(+)				(+)
Proline	++			++	
Glycine	++				
L-Alanine	++				
D-Alanine	+				+
β -Alanine	+				
Lysine	+			+	(+)
Arginine	(+)			++	

Revised from Omata (1986) ¹⁰⁾

++ : strong taste

+ : medium taste

(+) : weak taste

4) 遊離アミノ酸の分析

島津アミノ酸分析システムにより分析した。カラムは Shim-pack Amino-Li を用い、反応試薬には OPA (オルトフタルアルデヒド) 試薬を使用した。

3. 結果

水分含量は、通常垂下マガキで $79.8 \pm 1.4\%$ (平均 ± SE, 以下同様)、シングルシードマガキで $79.1 \pm 1.3\%$ と養殖方法による差は見られなかった。今

回は冷凍試料を用いたが、米田らの報告⁸⁾によれば、北海道厚岸産のシングルシードマガキ (未凍結) の2月の水分含量は約 80% であり、近い値であった。

次に主な遊離アミノ酸量を Table 1 に示した。総アミノ酸量は、有意差は認められなかったが、通常垂下マガキよりシングルシードマガキの方が平均で約 10% 多かった。また、いくつかのアミノ酸量に違いがあった。アラニンは、通常垂下マガキよりシングルシードマガキの方に約 80% 有意に多く含ま

れていた (t 検定, $p < 0.01$)。アスパラギン酸、リシンおよび β - アラニンはそれぞれ約 60%、40% および 30% の比率で通常垂下マガキよりもシングルシードマガキに有意に多く含まれていた (t 検定, $p < 0.05$) (Table 1)。さらに、グルタミン酸は、有意差は認められなかったが、約 30% の比率で通常垂下マガキよりもシングルシードマガキに多く含まれる傾向を示した (Table 1)。

4. 考察

一般的に高分子であるタンパク質は味を呈しないが、分解物であるアミノ酸は甘味やうま味等基本味を呈することが知られている⁹⁾。今回二つの養殖方法によって飼育されたマガキのうち、シングルシードマガキに 80% も有意に多く含まれていたアラニンは、強い甘味を示すアミノ酸である。また、有意に多く含まれていたアミノ酸のうちアスパラギン酸は酸味とうま味を呈し、リシンは甘味、苦味および微かなうま味を、 β - アラニンは甘味を呈するとされる。さらに、有意差はなかったものの、シングルシードマガキにより多く含まれていたグルタミン酸は微かな甘味、塩味および強いうま味を呈するとされる (Table 2)¹⁰⁾。

以上より、甘味やうま味に関するアミノ酸が通常垂下法よりもシングルシード法に多く含まれる傾向がみられたことから、養殖方法の違いがマガキの味に影響していることが示唆された。しかし、今回はサンプル数が少なく、バラツキもみられたことから、今後はサンプル数を増やしてさらに検討していく予定である。

5. 謝辞

シングルシード養殖に関して有益な情報を頂戴しました長崎県総合水産試験場の太橋智志研究員に謹んで感謝の意を表します。さらに、試料をご提供いただきました長崎県小長井町漁業協同組合の皆様

深く感謝申し上げます。

6. 参考文献

- 1) 農林水産省「平成 23 年漁業・養殖業生産統計」2012 年 12 月 13 日公表
www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html
- 2) 望月堅二, 図説 魚と貝の辞典, 柏書房, p.363-365 (2005)
- 3) 大橋智志, 森川晃, 中田久, 諫早湾 (2003 年) における養殖マガキの成長、生残、および組織病変, 長崎県水産試験場研究報告第 31 号, 11-14 (2006)
- 4) 厚岸漁業協同組合, 貝類養殖の新たな挑戦 (6) 貝殻粉末で人工採苗に挑戦した厚岸カキ, 養殖 38 (6), 110-113 (2001)
- 5) 大橋智志, マガキのシングルシードについて, 長崎県漁業協同組合連合会漁連だより (2009.5)
- 6) 大橋智志, 貞松大樹, 塚原淳一郎, 西村大介, 第 2 期魚介類種苗量産技術開発研究事業 (介類), 平成 22 年度長崎県総合水産試験場事業報告, p.63-65
- 7) 大橋智志, マガキシングルシードの改良について, 長崎県漁業協同組合連合会漁連だより (2011.11)
- 8) 米田千恵, 笠松千夏, 村上知子, 香西みどり, 畑江敬子, 北海道厚岸産シングルシード方式による養殖マガキ成分の季節変化, 日本調理科学会誌, 45 (5), 339-345 (2012)
- 9) 河合 美佐子, 味を決めるアミノ酸 (生物工学基礎講座 ‘バイオよもやま話’), 生物工学会誌, 89 (11), 679-682 (2011)
- 10) 小俣靖, 美味しさと味覚の科学, 日工新聞社, p.124-184 (1986)